<u>Activité expérimentale</u> : *Charge et décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique*

Soumis à une tension électrique, un condensateur se charge. Il se décharge si ses bornes sont reliées à celles d'un conducteur ohmique. Dans les deux cas, on parle de régime transitoire : la tension aux bornes du condensateur et l'intensité du courant dans cette association appelée « dipôle RC » varient au cours du temps.

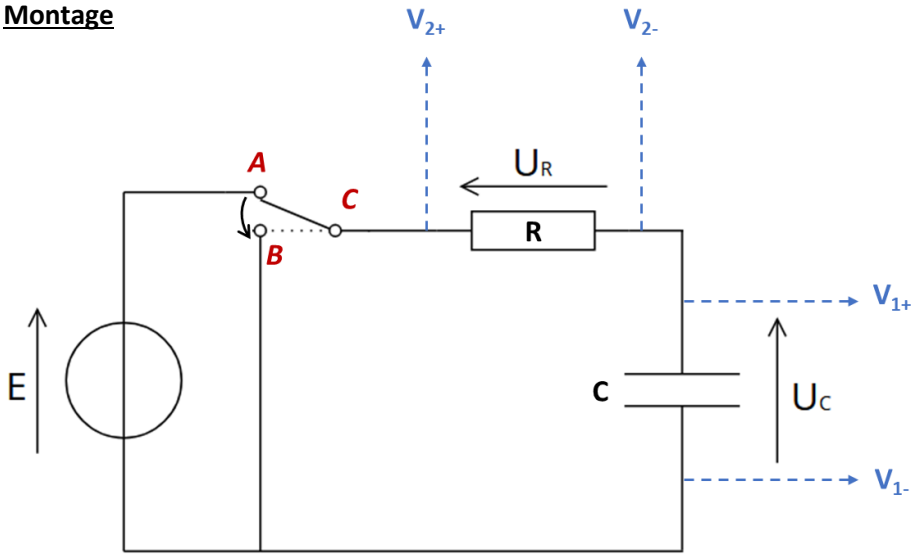
Comment déterminer le temps caractéristique d'un dipôle RC ?

Objectifs :
- Étudier la réponse d'un dispositif modélisé par un dipôle RC.
- Déterminer le temps caractéristique d'un dipôle RC

A. <u>Charge d'un condensateur</u>

On souhaite étudier l'évolution de la tension aux bornes du condensateur U_C et de la tension aux bornes du conducteur ohmique U_R au cours de la charge du condensateur, initialement déchargé, dans le circuit ci-dessous.

<u>Montage</u>



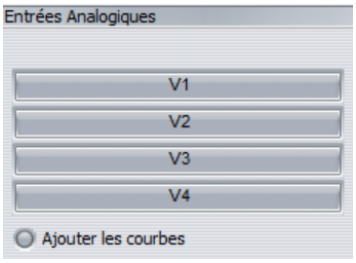
a. Réaliser le montage électrique ci-contre en prenant : R = 1 kΩ ; C = 1 µF ; E = 5 V.

<u>Remarque</u> : La borne C correspond à la borne « commune » de l'interrupteur-inverseur. Il est conseillé de choisir deux fils de couleurs différentes pour relier les bornes A et B aux deux positions de l'interrupteur.

b. Ouvrir le logiciel LatisPro. Brancher la centrale Sysam-Campus. Connecter l'entrée V_1 de la centrale aux bornes du condensateur puis l'entrée V_2 aux bornes du conducteur ohmique.

⚠ Faire vérifier le montage avant d'allumer le générateur.

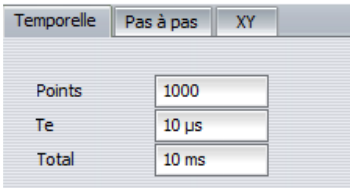
<u>Paramétrage de l'acquisition</u>



a. *<u>Réglage des entrées</u>* : L'entrée V_1 est utilisée pour mesurer la tension aux bornes du condensateur. Pour l'activer, cliquer sur le bouton de l'entrée V_1.

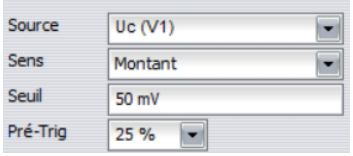
<u>Remarque</u> : Pour une meilleure compréhension, on peut renommer l'entrée V_1 en U_C. Pour cela, faire un clic droit sur le bouton de l'entrée V_1 et sélectionner « Propriétés de la courbe ».

L'entrée analogique V_2 est utilisée pour mesurer la tension aux bornes du conducteur ohmique. Il faut également l'activer et éventuellement la renommer en U_R.



b. <u>Réglage *du mode d'acquisition* :</u> Choisir le type d'acquisition « Temporelle ».
Saisir un nombre de « Points » égal à 1000 et un temps « Total » d'acquisition de 10 ms.
La période d'échantillonnage « Te » se remplit automatiquement avec la valeur 10 µs.

<u>Remarque</u> : La période d'échantillonnage correspond à la durée entre deux points acquis : Te = Total/Points.



c. *<u>Réglages du déclenchement et du pré-trigger</u>* : Le « Déclenchement » permet de déclencher l'acquisition, selon une condition précise définie par l'utilisateur. On souhaite ici démarrer automatiquement l'acquisition à la fermeture de l'interrupteur, autrement dit dès que la tension aux bornes du condensateur évoluera.

> La « Source » correspond à l'entrée sur laquelle le déclenchement est paramétré. Ici, la source correspond à la tension U_C aux bornes du condensateur.
> Le « Sens » correspond au sens d'évolution du signal source sur lequel le seuil de déclenchement sera détecté. Ici, le sens est montant.
> Le « Seuil » correspond à la valeur à partir de laquelle le signal commence à être enregistré. Ici, la valeur de seuil est de 50 mV.
> Le « Pré-Trig » correspond à un pourcentage du temps total paramétré préalablement que l'on souhaite dédier à la visualisation de l'état des signaux juste avant le démarrage de l'acquisition, ici : 25%.

Acquisition

⚠ Avant de lancer l'acquisition, vérifier que l'interrupteur est bien ouvert et que le condensateur est complètement déchargé.

Lancer l'acquisition et fermer l'interrupteur rapidement, sans à-coups.

Les acquisitions de « U_C » et « U_R » débuteront dès que la tension « U_C » aura atteint la consigne de déclenchement paramétrée, c'est-à-dire quand elle aura atteint le seuil de déclenchement de 50mV en sens montant.

Remarque : Par défaut, LatisPro place chacune des grandeurs mesurées dans une même fenêtre. Toutefois, il est possible d'afficher les deux tensions dans deux graphiques différents en cliquant sur l'onglet « Fenêtre » et en choisissant l'affichage « Mosaïque ».

Exploitation des mesures

Remarque : Pour l'ensemble des questions, on pourra s'aider du réticule pour effectuer des mesures sur les courbes (clic droit sur la fenêtre graphique, puis « Réticule »). Il est possible de le lier à une courbe (nouveau clic droit sur la fenêtre graphique, puis « Lié à la courbe »). Pour quitter le « Réticule », faire un clic droit et sélectionner « Terminer ».

1. Justifier le **sens** et le **seuil paramétrés** pour le déclenchement. (ANA)

2. La **charge** du condensateur est-elle **instantanée** ? Justifier. (ANA)

La tension aux bornes du condensateur, initialement déchargé, au cours de sa charge à travers une résistance est une fonction du temps : $\mathbf{u_C(t) = E \times (1 - e^{-t/(RC)})}$

3. Montrer, par une **analyse dimensionnelle**, que le produit **RC** s'exprime avec la même **unité** qu'une **durée**. (REA)

La durée $\boldsymbol{\tau = RC}$ est appelée **constante de temps** du dipôle RC. C'est le **temps caractéristique** du circuit.

4. a. Vérifier que pour $\mathbf{t = \tau}$, on a $\mathbf{u_C = 0{,}63E}$, puis que pour $\mathbf{t \rightarrow +\infty}$, on a $\mathbf{u_C = E}$. (REA)

b. Quelle est la **tension** aux bornes du **condensateur** atteinte en **fin de charge** sur le graphique ? Est-ce en accord avec le résultat de la question 4.a ? (REA + VAL)

c. A l'aide du résultat de la question 4.a, déterminer la **valeur expérimentale** de la **constante de temps** $\boldsymbol{\tau}$ et vérifier qu'elle est en accord avec la valeur théorique. (REA + VAL)

d. On considère que la **charge** du **condensateur** est **quasi-complète** quand **t = 5τ**. Justifier la **durée** du **temps total** de l'**acquisition** paramétré à 10 ms. (VAL)

On peut également déterminer la constante de τ par une méthode graphique qui utilise les tracés de la tangente à l'origine et de l'asymptote horizontale au régime permanent. La constante de temps τ se lit au point d'intersection de ces 2 droites (*voir démo dans le cours*).

5. Déterminer graphiquement τ avec cette autre méthode. Pour cela : (REA)

- ***Tracer la tangente à l'origine*** : Faire un clic droit sur la fenêtre graphique, puis sélectionner « Tangente ». A l'aide du curseur, se positionner sur le point le plus près du début de la charge pour tracer la tangente à l'origine. Cliquer pour valider le tracé et figer cette tangente.
- ***Tracer l'asymptote*** : Déplacer le curseur de l'outil « Tangente » pour tracer l'asymptote correspondant au régime permanent et valider. Faire un clic droit, puis sélectionner « Terminer » pour arrêter l'outil « Tangente ».
- Lire τ à l'intersection des deux droites à l'aide du réticule.

6. a. A partir de l'expression de $u_C(t)$, déterminer l'**expression** de l'**intensité** du courant i(t) durant la charge. (ANA)

b. L'**évolution** de l'**intensité** du courant i(t), à un coefficient constant près, peut être **visualisée** à partir de la **courbe $u_R(t)$** enregistrée sur l'entrée V_2. Expliquer pourquoi et donner la valeur de ce coefficient. (ANA)

c. Comment **évolue i(t)** au cours du temps ? (ANA)

B. Décharge d'un condensateur

Pour visualiser la décharge du condensateur, modifier seulement les paramètres de réglages du déclenchement suivants :
« Sens » : Descendant - « Seuil » : 4V

Lancer l'acquisition.

Basculer l'interrupteur rapidement, sans à-coups.

La tension aux bornes du condensateur, initialement chargé, au cours de sa décharge à travers une résistance est une fonction du temps : $\mathbf{u_C(t) = E\, e^{-t/(RC)}}$

1. Vérifier que pour **$t = \tau$**, on a **$u_C = 0{,}37E$**. (REA)

2. Déterminer **graphiquement** la **constante de temps τ** et comparer avec la valeur trouvée pour la charge. (REA)

3. Comment **évoluent $u_C(t)$** et **$i(t)$** en fonction du temps ? (ANA)

4. Les courbes **$u_C(t)$** et **$i(t)$** sont-elles des **fonctions continues** ou **discontinues** du **temps** ? Justifier. (ANA)